



بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه حکیم سبزواری
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

دستور کار

آزمایشگاه مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

(ویژه دانشجویان مهندسی کامپیوتر)

مهندس مهدی رضائی نخعی

مهندس علی دولت آبادی

مهندس عباس نصرآبادی



فهرست

۱. مقدمه	۳
۱-۱ ارزشیابی	۳
۲-۱ پیش گزارش	۳
۳-۱ گزارش کار	۳
۲. آشنایی با تجهیزات موجود در آزمایشگاه	۴
۱-۲ سیگنال ژنراتور	۴
۲-۲ منبع ولتاژ DC	۶
۳-۲ اسیلوسکوپ	۸
۴-۲ مولتی متر دیجیتال	۱۰
۵-۲ مقاومت:	۱۱
۶-۲ پتانسیومتر:	۱۲
۷-۲ خازن الکترولیتی:	۱۲
۸-۲ خازن عدسی	۱۳
۹-۲ برد برد:	۱۳
آزمایش شماره ۱: قانون اهم	۱۴
آزمایش شماره ۲: قانون تقسیم ولتاژ و جریان	۱۵
آزمایش شماره ۳: قانون جمع آثار	۱۶
آزمایش شماره ۴: مدار معادل تونن	۱۷
آزمایش شماره ۵: انتقال توان حداکثر به بار R_L	۱۸
آزمایش شماره ۶: پل وتسون	۱۹
آزمایش شماره ۷: پاسخ زمانی مدارهای مرتبه اول	۲۰
آزمایش شماره ۸: آشنایی با دیود و منحنی ولت-آمپر آن	۲۱
آزمایش شماره ۹: یکسوساز نیم موج (مبدل سیگنال AC به DC)	۲۲
آزمایش شماره ۱۰: یکسوساز تمام موج پل (مبدل سیگنال AC به DC)	۲۳
آزمایش شماره ۱۱: مدارهای برشگر	۲۴
آزمایش شماره ۱۲: دو برابرکننده ولتاژ	۲۵
آزمایش شماره ۱۳: آشنایی با ترانزیستور و مدار هدایت آن	۲۶
آزمایش شماره ۱۴: تقویت کننده امیتر-مستترک	۲۷



۱. مقدمه

۱-۱ ارزشیابی

کار کلاسی	پیش گزارش	گزارش کار	امتحان عملی	شبیه سازی	حضور و غیاب

۲-۱ پیش گزارش

الف: در تهیه پیش گزارش باید نکات زیر رعایت شود:

- ۱) در کاغذ A4 و به صورت دستنویس باشد.
- ۲) قبل از شروع آزمایش باید پیش گزارش مربوط به آن تحویل مدرس آزمایشگاه شود.
- ۳) در ابتدای تمامی پیش گزارش ها باید کادر زیر رسم شود:

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر		
نام دانشجو:	نام آزمایش:	نمره پیش گزارش:

ب: محتوی پیش گزارش: تحلیل مدار الکتریکی مربوط به آزمایش مورد نظر از طریق روش های تئوری و به دست آوردن خواسته های آزمایش به منظور مقایسه آنها با نتایج عملی در گزارش کار

۳-۱ گزارش کار

الف: در تهیه گزارش کار باید نکات زیر رعایت شود:

- ۱) در کاغذ A4 و به صورت دستنویس باشد.
- ۲) قبل از شروع آزمایش جدید، باید گزارش کار آزمایش قبلی به مدرس آزمایشگاه تحویل داده شود.
- ۳) در ابتدای تمامی گزارش کارها باید کادر زیر رسم شود:

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر		
نام دانشجو و شماره گروه:	نام آزمایش:	نمره گزارش کار:

ب: محتوی گزارش کار باید به صورت زیر باشد:

- ۱)
- ۲)
- ۳)
- ۴)



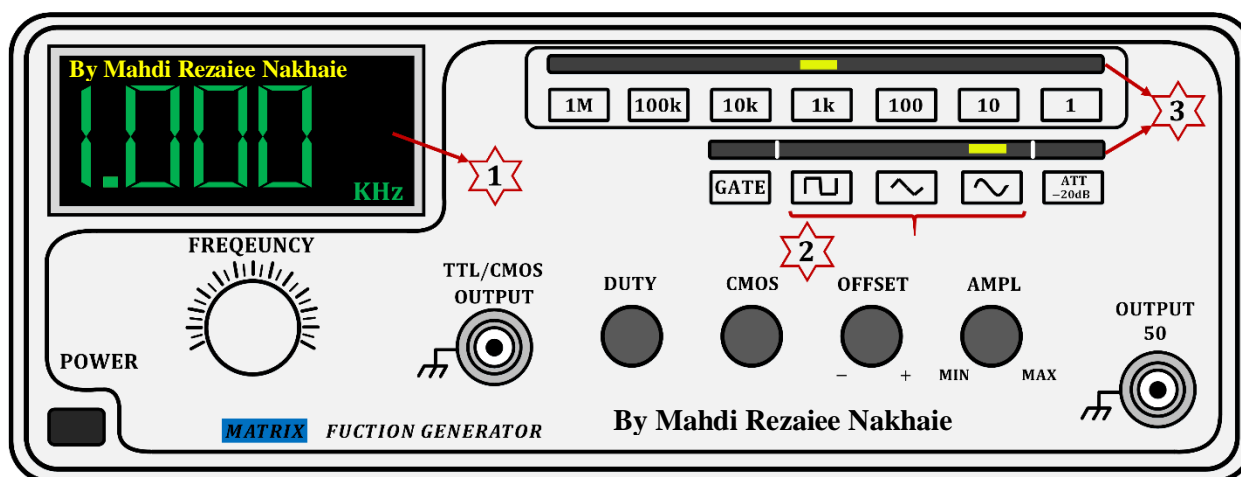
۲. آشنایی با تجهیزات موجود در آزمایشگاه

تجهیزات مورد استفاده در آزمایشگاه به سه نوع تجهیزات تولیدکننده، تجهیزات اندازه‌گیر، و تجهیزات مربوط به پیاده‌سازی مدار الکتریکی (الکترونیکی) تقسیم بندی می شوند. دستگاه های تولید کننده شامل سیگنال ژنراتور یا منبع AC (Function Generator) و منبع DC (DC Power Supply) هستند. دستگاه‌های اندازه‌گیری شامل اسیلوسکوپ، و مولتی متر دیجیتال هستند. همچنین تجهیزات مربوط به پیاده‌سازی مدار الکتریکی شامل بردبرد (Breadboard)، مقاومت (Resistor)، سلف (Inductor)، خازن (Capacitor)، دیود (Diode)، ترانزیستور (Transistor)، و ... هستند.

۱-۲ سیگنال ژنراتور

این دستگاه قابلیت تولید سیگنال‌های متناوب با فرکانس دلخواه و در انواع مختلف سینوسی، مربعی، و مثلثی دارد. در آزمایشگاه مدارهای الکتریکی و الکترونیکی دو نوع سیگنال ژنراتور وجود دارد که در ادامه تصویری از هر دو دستگاه نشان داده شده و وظیفه هر کلید یا ولوم آنها بیان شده است.

نمونه شماره (۱):



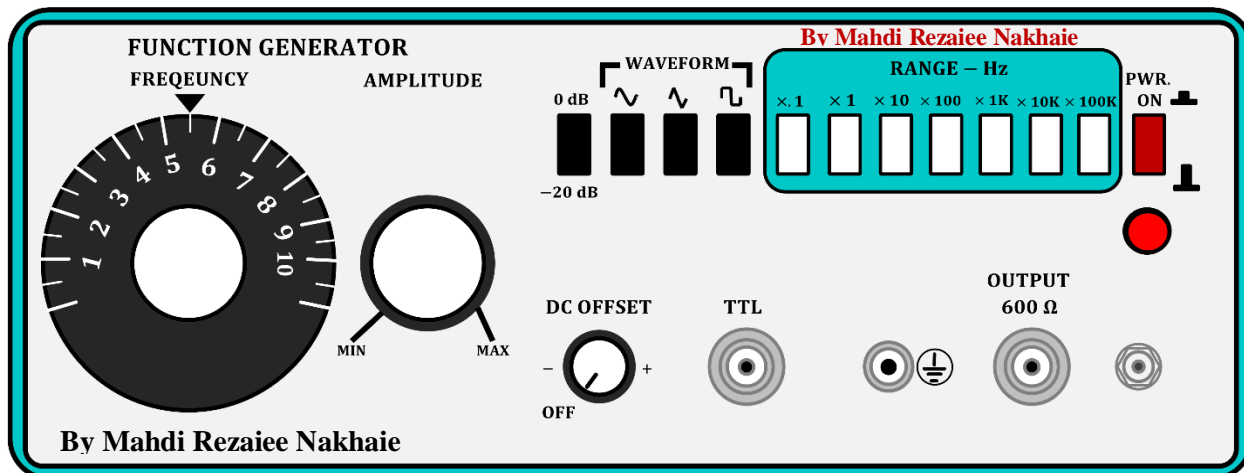
- ❖ کلید **POWER**: خاموش و روشن کردن دستگاه
- ❖ ولوم **FREQUENCY**: تنظیم فرکانس سیگنال مورد نظر
- ❖ شماره ۱: صفحه نمایش فرکانس
- ❖ کلید های مجموعه شماره ۲: تعیین نوع سیگنال تولید شده (از چپ به راست: سیگنال مربعی، مثلثی، و سینوسی)
- ❖ شماره ۳: نمایش فعال بودن کلیدهای دو ردیف بالای اسیلوسکوپ (دو نمایشگر هستند)
- ❖ کلیدهای ۱ تا ۱M: تعیین محدوده برای فرکانس سیگنال ولتاژ (تعیین فرکانس از ۵ Hz تا ۵ MHz)
- ❖ خروجی **TTL/CMOS**: یک ولتاژ مربعی با سطح دامنه ۱ V
- ❖ **OUTPUT 50**: این خروجی از دستگاه سیگنال ولتاژ تنظیم شده از طرف کاربر را دارا است. به عنوان مثال اگر یک ولتاژ سینوسی با دامنه ۲ V، و فرکانس ۱ kHz مورد نظر باشد، باید این خروجی به کار گرفته شود و به عنوان منبع به مدار الکتریکی متصل شود.



❖ **ولوم AMPL:** دامنه سیگنال ولتاژ تولید شده توسط دستگاه را تنظیم می کند ولی در این دستگاه، مقدار این دامنه قابل نمایش بر روی صفحه نمایش نیست. به منظور تنظیم دامنه سیگنال ولتاژ باید از اسیلوسکوپ که در ادامه آموزش آن قرار داده شده، استفاده شود. همچنین اگر این ولوم به سمت بیرون کشیده شود، باعث می شود که سیگنال های با دامنه کم تولید شود که برای مدارهای تقویت کننده استفاده می شود.

❖ **ولوم OFFSET:** اضافه کردن مولفه DC به سیگنال ولتاژ متناوب

نمونه شماره (۲):



❖ **کلید PWR. ON:** خاموش و روشن کردن دستگاه

❖ **ولوم FREQUENCY:** تنظیم فرکانس سیگنال ولتاژ متناوب

❖ **ولوم AMPLITUDE:** تنظیم دامنه سیگنال ولتاژ متناوب

❖ **کلید 0dB/-20dB:** دستیابی به یک سیگنال ولتاژ متناوب با دامنه بسیار کوچک (در مدارات تقویت کننده)

❖ **کلیدهای WAVEFORM:** تعیین نوع سیگنال ولتاژ متناوب (سینوسی، مثلثی، و مربعی)

❖ **کلیدهای RANGE-Hz:** ضربی که در عدد ولوم تنظیم فرکانس سیگنال ولتاژ متناوب ضرب می شود. به عنوان مثال

اگر کلید $100 \times$ آن فعال باشد، و ولوم فرکانس بر روی ۲ باشد، فرکانس سیگنال ولتاژ برابر 200 Hz است.

❖ **ولوم DC OFFSET:** اضافه کردن مولفه DC به سیگنال ولتاژ متناوب

❖ **خروجی TTL:** یک سیگنال ولتاژ مربعی با دامنه 1 V را دارا است.

❖ **خروجی OUTPUT 600:** سیگنال ولتاژ متناوب تنظیم شده توسط کاربر را دارا است که به عنوان یک منبع متناوب

به مدارهای الکتریکی متصل می شود.

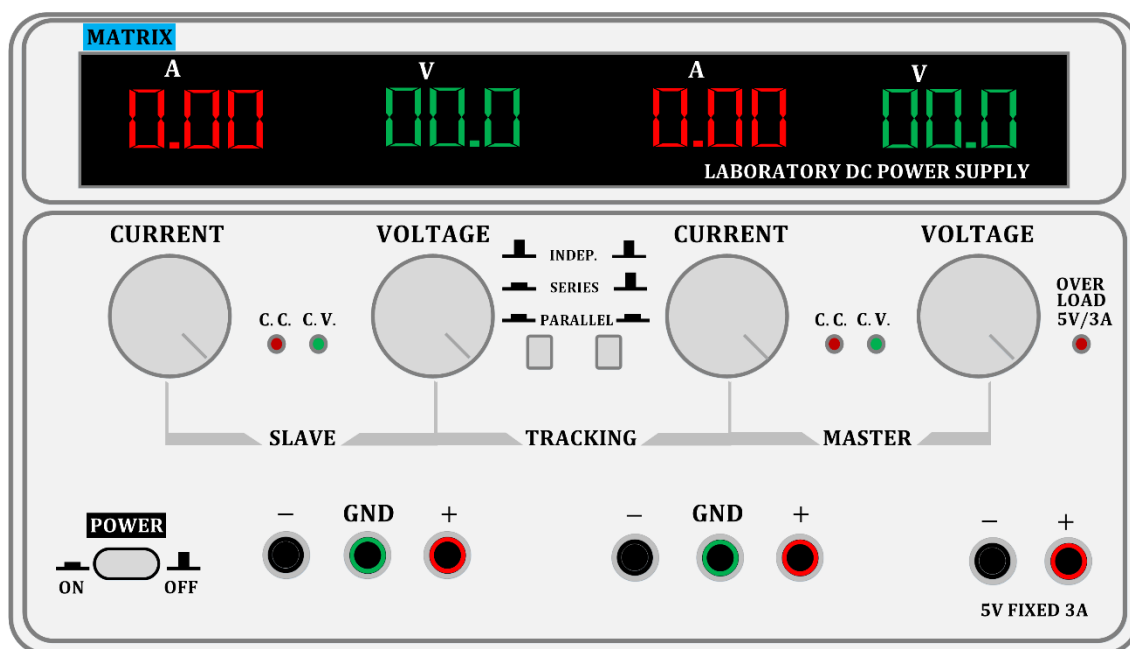


۲-۲ منبع ولتاژ DC

منبع تغذیه DC یک منبع ولتاژ مستقیم است که بر خلاف ولتاژ متناوب، با گذشت زمان تغییری در مقدار آن ایجاد نمی شود و همیشه مقدار ثابتی که توسط دستگاه تنظیم می شود را دارا است. در آزمایشگاه مدارهای الکتریکی و الکترونیکی دو نوع منبع تغذیه DC وجود دارد. یک منبع تغذیه به صورت تکی (یک خروجی ولتاژ) و منبع تغذیه دیگر به صورت دوبل (دو خروجی ولتاژ) است.

نمونه شماره (۱):

این منبع دارای دو خروجی ولتاژ متغیر و یک خروجی ولتاژ $5V$ است و می تواند همزمان هم به عنوان منبع ولتاژ (0 تا $30V$) و هم به عنوان منبع جریان (0 تا $3A$) مورد استفاده قرار گیرد. این دو منبع می توانند به صورت دو منبع ولتاژ سری و یا منبع جریان موازی تبدیل شوند. در این حالت منبع سمت راست به عنوان منبع اصلی در نظر گرفته می شود و مقادیر ولتاژ و جریان باید از صفحه نمایش این منبع قرائت شود.



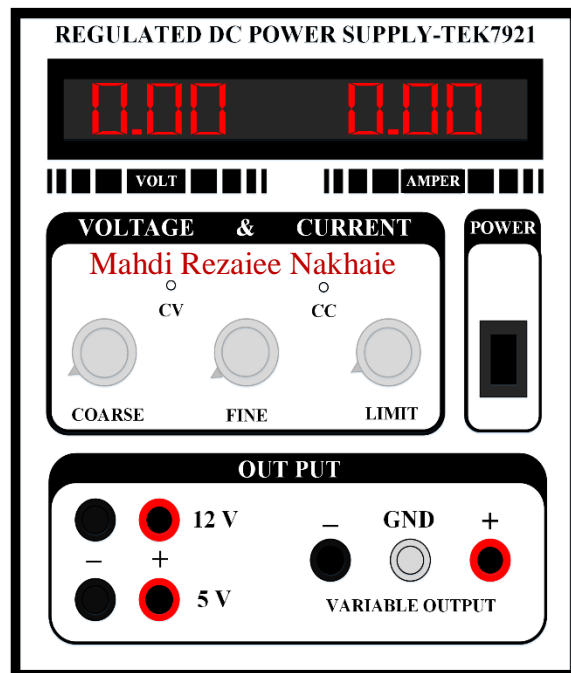
- ❖ ولوم **VOLTAGE**: تغییر مقدار ولتاژ دستگاه
- ❖ ولوم **CURRENT**: تغییر مقدار جریان دستگاه
- ❖ کلیدهای **INDEP./SERIES/PARALLEL**: تعیین رابطه بین دو منبع با هم
- ❖ خروجی های **GND - +**: خروجی های ولتاژ دستگاه
- ❖ کلید **POWER**: کلید خاموش و روشن کردن دستگاه
- ❖ خروجی های **5V FIXED 3A**: خروجی ولتاژ ثابت دستگاه (یک ولتاژ ثابت 5 ولت با جریان 3 آمپر)



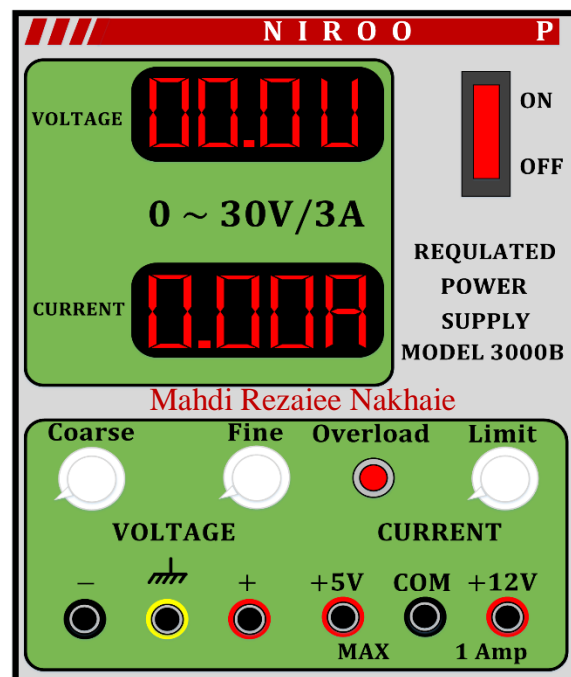
نمونه های شماره (۲):

این نمونه ها منابعی تک خروجی و دارای یک ولتاژ متغیر از ۰ تا ۳۰ ولت و جریان ۰ تا ۳ آمپر هستند.

- ❖ صفحه نمایش: قسمت راست جریان و قسمت چپ ولتاژ
- ❖ ولوم COARSE: تغییر ولتاژ (۰ تا ۳۰ ولت)
- ❖ ولوم FINE: تغییر ولتاژ (تغییر در حدود ۰,۱ ولت)
- ❖ ولوم LIMIT: تغییر جریان (۰ تا ۳ آمپر)
- ❖ کلید POWER: خاموش و روشن کردن دستگاه
- ❖ خروجی VARIABLE OUTPUT: خروجی ولتاژ تنظیم شده به وسیله کاربر
- ❖ خروجی ۱۲V و ۵V: خروجی های ولتاژ ثابت دستگاه

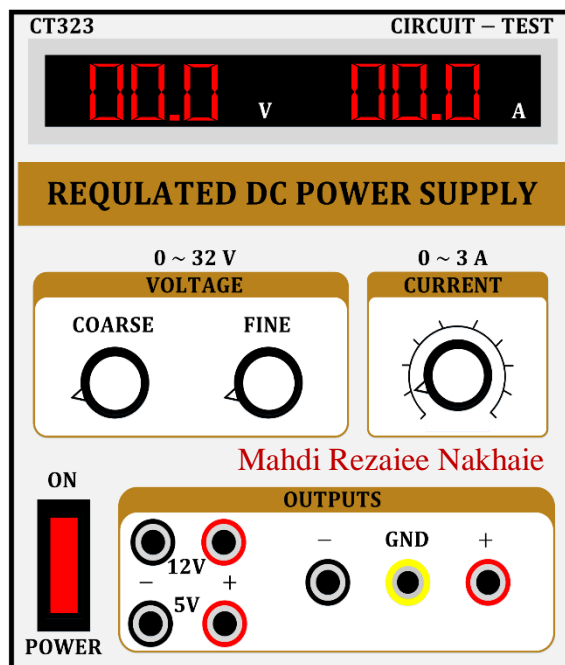


- ❖ صفحه نمایش: قسمت بالا ولتاژ و قسمت پایین جریان
- ❖ ولوم COARSE: تغییر ولتاژ (۰ تا ۳۰ ولت)
- ❖ ولوم FINE: تغییر ولتاژ (تغییر در حدود ۰,۱ ولت)
- ❖ ولوم LIMIT: تغییر جریان (۰ تا ۳ آمپر)
- ❖ کلید ON/OFF: خاموش و روشن کردن دستگاه
- ❖ خروجی + و -: خروجی ولتاژ تنظیم شده به وسیله کاربر
- ❖ خروجی ۱۲V و ۵V: خروجی های ولتاژ ثابت دستگاه



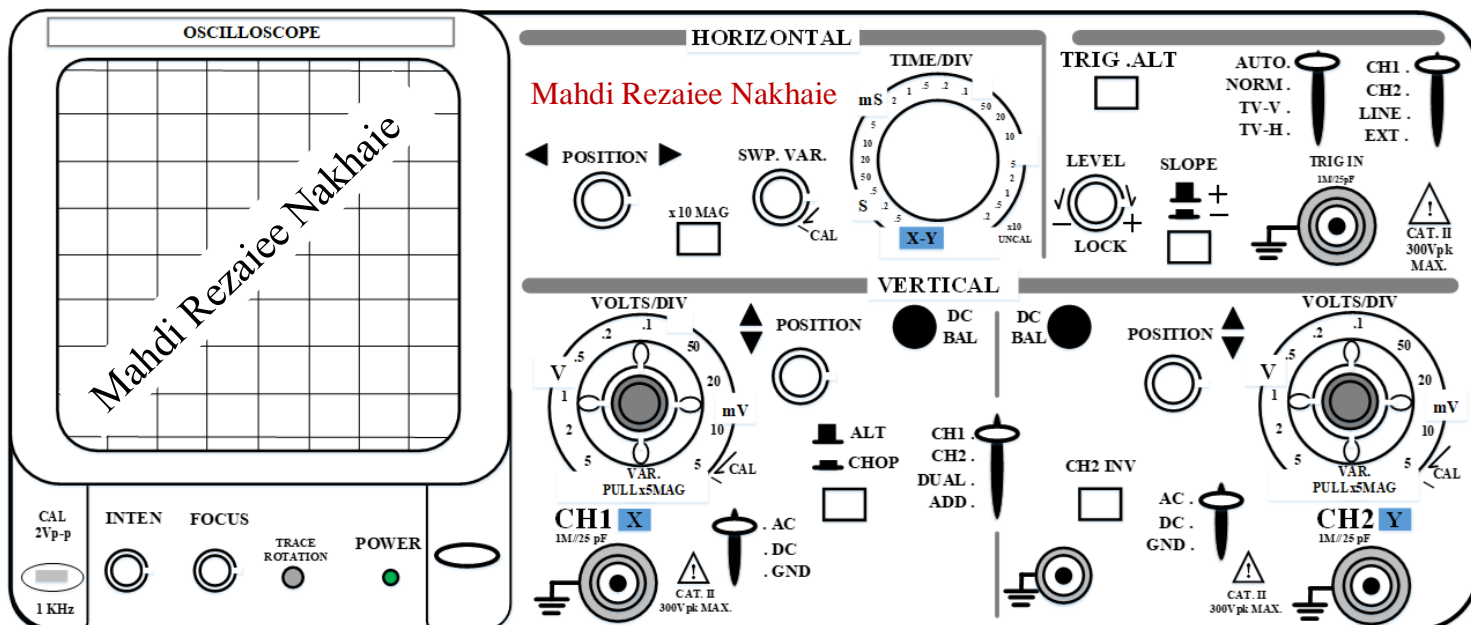


- ❖ صفحه نمایش: قسمت چپ ولتاژ و قسمت راست جریان
- ❖ ولوم **COARSE**: تغییر ولتاژ (۰ تا ۳۲ ولت)
- ❖ ولوم **FINE**: تغییر ولتاژ (تغییر در حدود ۰,۱ ولت)
- ❖ ولوم **CURRENT**: تغییر جریان (۰ تا ۳ آمپر)
- ❖ کلید **ON/POWER**: خاموش و روشن کردن دستگاه
- ❖ خروجی + و - : خروجی ولتاژ تنظیم شده به وسیله کاربر
- ❖ خروجی ۱۲V و ۵V : خروجی های ولتاژ ثابت دستگاه



۳-۲ اسیلوسکوپ

یک دستگاه اندازه گیری است که هر سیگنال ولتاژ متناوبی بر روی آن قابل مشاهده است. همچنین این دستگاه دارای دو کانال X و Y است که همزمان قابلیت نشان دادن دو خروجی را دارد.





قسمت Horizontal (برای هر دو کانال مشترک است):

ولوم Position: جا به جایی سیگنال در راستای محور افقی (قابل استفاده برای هر دو کانال)

ولوم Swp.Var: برای کالیبره کردن دستگاه به منظور درست نشان دادن سیگنال از لحاظ دوره تناوب است. این ولوم همیشه باید در جهت عقربه های ساعت تا انتها چرخانده شود.

ولوم Tim/Dev: این ولوم، خانه های محور افقی اسیلوسکوپ را در رنج های متفاوتی تقسیم بندی می کند.

قسمت Trigger (برای هر دو کانال مشترک است):

کلید Trig. ALT: همواره باید بیرون باشد تا سیگنال نمایش داده ثابت باشد.

کلید mode: بسته به نیاز کاربر، یا بر روی Auto و یا بر روی TV-V باشد.

کلید Source: زمانی که از کانال ۱ استفاده می شود، باید بر روی کانال ۱ و زمانی که از کانال ۲ استفاده می شود باید بر روی کانال ۲ باشد. زمانی هم که از هر دو کانال استفاده می شود باید بر روی کانال ۱ قرار گیرد.

قسمت VERTICAL (برای هر دو کانال جدا در نظر گرفته شده است)

ولوم Volt/Dev: خانه های محور عمودی اسیلوسکوپ را در رنج متفاوتی تقسیم بندی می کند. قابل ذکر است که قسمت جلویی ولوم Volt/Dev برای کالیبره شدن ولتاژ و صحیح نشان دادن آن، باید به صورت ساعتگرد تا انتها چرخانده شود (Volt Variable).

ولوم Position: سیگنال را در راستای محور عمودی جا به جا می کند.

کلید AC-GND-DC: قبل از اتصال هر پرابی به کانال های اسیلوسکوپ، حتما باید این کلید بر روی GND قرار داده شود و سپس خط افقی نمایش داده شده در صفحه اسیلوسکوپ با ولوم Position قسمت VERTICAL در وسط صفحه نمایش قرار گیرد تا شکل موج نشان داده شده نسبت به محور X ها (محور عمودی) متقارن باشد. حال، زمانی که سیگنال مورد نظر متناوب باشد، باید روی حالت AC قرار بگیرد و زمانی که سیگنال از حالت سینوسی خارج می شود و دارای مقدار DC است، باید بر روی DC قرار گیرد.

کلید MODE: اگر این کلید، بر روی کانال ۱ قرار گیرد، فقط کانال ۱ در دسترس است و سیگنال کانال ۱ قابل نمایش است. وقتی بر روی کانال ۲ قرار گیرد، فقط کانال ۲ قابل مشاهده است. اما وقتی بر روی dual قرار گیرد، کانال ۱ و ۲ به صورت همزمان قابل مشاهده هستند. همچنین وقتی بر روی add قرار گیرد، دو سیگنال با هم جمع می شوند.

پین 1 M Ω /25 MF: پراب (Probe) باید به این قسمت از دستگاه متصل شود (به عنوان ورودی اسیلوسکوپ عمل می کند)



۴-۲ مولتی متر دیجیتال

- ❖ کلید **SELECT**: تغییر وضعیت بین حالت AC و DC
- ❖ کلید **RANGE**: تغییر واحد عدد نشان داده شده در نمایشگر
- ❖ سلکتور: تعیین عملکرد مولتی متر
- ✓ OFF: خاموش کردن دستگاه
- ✓ mV: اندازه گیری ولتاژ (AC و DC) در حدود میلی ولت
- ✓ V ~: اندازه گیری ولتاژ موثر سیگنال متناوب
- ✓ V --: اندازه گیری ولتاژ DC یا متوسط سیگنال متناوب
- ✓ Ω : اندازه گیری مقاومت
- ✓ \rightarrow : تست دیود و ترانزیستور
- ✓ \parallel : اندازه گیری مقدار خازن
- ✓ Hz: اندازه گیری فرکانس سیگنال متناوب
- ✓ hfe: اندازه گیری بتا ترانزیستور
- ✓ C/F: اندازه گیری دما
- ✓ A, mA, μ A: اندازه گیری جریان AC و DC به ترتیب در محدود میکروآمپر، میلی آمپر، و آمپر
- ❖ خروجی **10A**: اندازه گیری جریان در حدود آمپر
- ❖ خروجی **mA**: اندازه گیری جریان در حدود میلی آمپر و میکرو آمپر
- ❖ خروجی **V Ω Hz**: خروجی ولتاژ mV تا C/F سلکتور مولتی متر





۵-۲ مقاومت:

مقاومت قطعه‌ای است که برای محدود کردن جریان در یک مدار الکتریکی به کار می‌رود. برای مشخص کردن مقدار یک مقاومت از نوارهای رنگی‌ای که روی آن قرار دارند، استفاده می‌شود. این رنگ‌ها عبارت‌اند از:

سفید	خاکستری	بنفش	آبی	سبز	زرد	نارنجی	قرمز	قهوه‌ای	سیاه
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰

مقاومت‌ها بر اساس دو استاندارد **چهار رنگ** و **پنج رنگ** ساخته می‌شوند که دقت مقاومت‌های پنج رنگ بالاتر است. در آزمایشگاه مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، از مقاومت‌هایی با استاندارد **چهار رنگ** استفاده می‌شود. رنگ نوار آخر که معمولاً نقره‌ای یا طلایی است درصد خطای مقاومت را مشخص می‌کند. به این صورت که اگر رنگ آخر طلایی باشد، خطا ۵ درصد و اگر نقره‌ای باشد، ۱۰ درصد، اگر قرمز باشد ۲ درصد و اگر قهوه‌ای باشد درصد خطا ۱ خواهد بود. برای خواندن مقدار یک مقاومت از سمت چپ، مقدار اولین و دومین رنگ را نوشته و به تعداد عدد رنگ سوم در جلوی عدد صفر قرار داده می‌شود. مقاومت‌های زیر 1000Ω را به صورت Ω و از مقاومت 1000Ω به بالا، به صورت $k\Omega$ بیان می‌شود. چند نمونه مثال از طریقه خواندن مقاومت‌ها، در ادامه آورده شده است.

نکته قابل توجه: اگر رنگ سوم مقاومت طلایی بود، دو عدد مربوط به رنگ‌های اول و دوم در ۰٫۱ ضرب می‌شوند.

مقدار مقاومت	رنگ چهارم	رنگ سوم	رنگ دوم	رنگ اول
$1 k\Omega$	طلایی	قرمز	سیاه	قهوه‌ای
680Ω	طلایی	قهوه‌ای	خاکستری	آبی
56Ω	طلایی	سیاه	آبی	سبز
$220 k\Omega$	طلایی	زرد	قرمز	قرمز
$1,2 \Omega$	طلایی	طلایی	قرمز	قهوه‌ای
$4,7 k\Omega$	طلایی	قرمز	بنفش	زرد
330Ω	طلایی	قهوه‌ای	نارنجی	نارنجی



۲-۶ پتانسیومتر:

پتانسیومترها مقاومت‌های متغیری هستند که دارای سه پایانه می باشند. مقدار آنها به صورت پیوسته تغییر می کند و هر مقاومت دلخواهی از طریق آنها ساخته می شود. معمولاً از پتانسیومترها برای تغییر ولتاژ در مدار به طور مثال برای تغییر بلندی صدا در یک سیستم آمپلی فایر استفاده می شود. بسته به نوع نیاز کاربر، دو سر یا هر سه سر این عنصر می تواند مورد استفاده قرار گیرد.



۲-۷ خازن الکترولیتی:

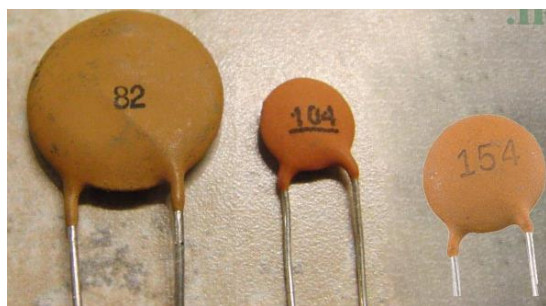
به طور کلی، خازن قطعه ای است که پتانسیل الکتریکی (ولتاژ الکتریکی) را در خود ذخیره می کند و کاربردهای گوناگونی دارد. خازن های الکترولیتی برای ظرفیت های بیشتر از $1 \mu F$ ساخته می شوند. این خازن ها دارای قطب مثبت و منفی هستند و بنابراین هنگام قرار دادن در مدار باید قطب مثبت و منفی لحاظ شود و قسمت مثبت در سمتی از مدار قرار گیرد که دارای ولتاژ بیشتری است. معمولاً پایه منفی دارای یک باند رنگی متفاوت است که بر روی آن علامت منفی درج شده است. علاوه بر این، پایه فلزی متصل به پایه منفی معمولاً کوتاهتر از پایه فلزی متصل به پایه مثبت است. حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن نیز روی آن قید می شود.





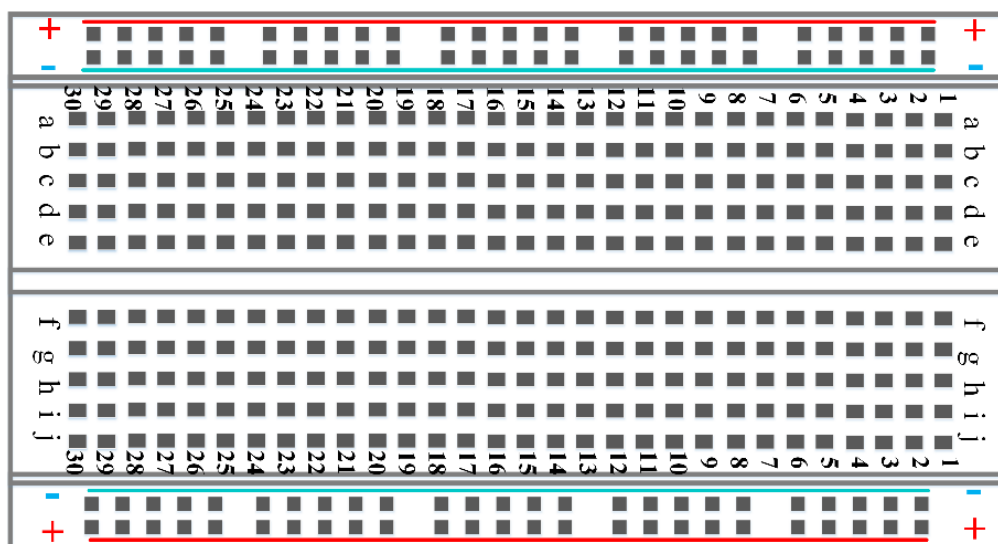
۸-۲ خازن عدسی

این خازن‌ها برای ظرفیت‌های کمتر از $1\ \mu F$ ساخته می‌شوند و در فرکانس‌های بالا بهتر عمل می‌کنند. مقدار ظرفیت آنها به صورت یک عدد به رقمی بر روی آنها ذکر می‌شود که رقم اول و دوم آن، دو رقم اول ظرفیت و رقم سوم تعداد صفرها را مشخص می‌کند و عدد به دست آمده بر حسب پیکوفاراد ظرفیت خازن خواهد بود. به عنوان مثال اگر سه عدد نوشته شده بر روی خازن ۱۵۴ باشد یعنی مقدار ظرفیت این خازن برابر ۱۵۰۰۰۰ پیکوفاراد است که معادل ۱۵۰ نانوفاراد است.



۹-۲ برد مورد:

برد مورد وسیله‌ای است که در چیدمان قطعات مدار الکتریکی به کار می‌رود. دو نوع برپورد وجود دارد. در نوع اول، تمامی سوراخ‌های ردیف بالا و پایین (در راستای خط آبی و خط قرمز)، به صورت افقی از ابتدا تا انتها به یکدیگر متصل هستند. یعنی تمامی سوراخ‌های افقی ردیف‌های بالا و پایین (+ و -) در حکم یک گره (نقطه) هستند. در نوع دوم، این ردیف‌های به صورت ۲۵ تا ۲۵ تا به یکدیگر متصل هستند. یعنی از ۵۰ سوراخ، ۲۵ تا از آنها یک گره، و ۲۵ تا دیگر گره دوم هستند. همچنین، در هر دو نوع برپورد، سوراخ‌هایی که بین ردیف بالا و پایین قرار دارند (abcde و fghij)، به صورت عمودی (ستونی) به یکدیگر متصل هستند (یعنی a تا e به هم و در حکم یک گره و f تا j به هم و در حکم یک گره). قابل توجه است که سوراخ‌های ستون‌های ۱، ۲، ... و ۳۰ از یکدیگر جدا هستند.

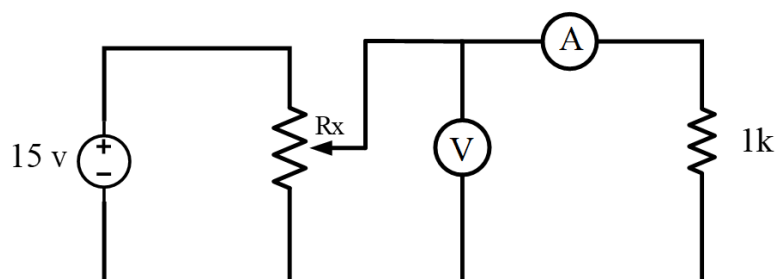




آزمایش شماره ۱: قانون اهم

شرح آزمایش:

مدار شکل زیر را ببندید. سپس با تغییر R_x از $1\text{ k}\Omega$ تا $9\text{ k}\Omega$ ، جدول زیر را کامل کنید. منحنی تغییرات $I = f(V)$ را برای مقاومت $R = 1\text{ k}\Omega$ بر روی کاغذ میلیمتری رسم کنید.



R_x (k Ω)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V (V)									
I (mA)									

نتیجه:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

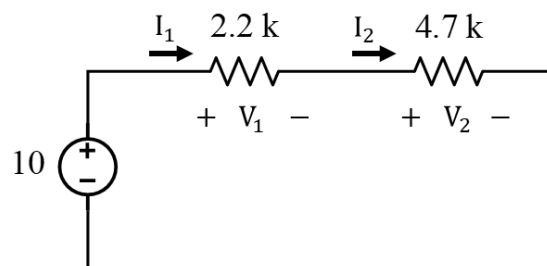
.....

.....



آزمایش شماره ۲: قانون تقسیم ولتاژ و جریان

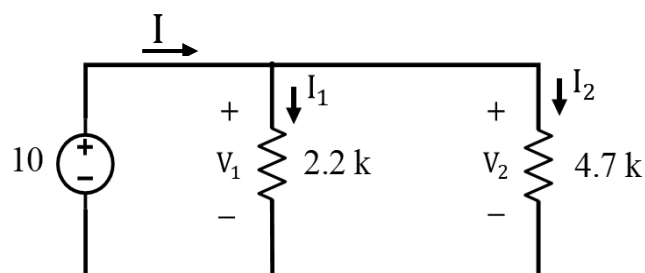
۱. مدار زیر را بر روی بردبرد منتشر کرده و جدول زیر را کامل کنید.



$V_1 (V)$	$V_2 (V)$	$V_1 + V_2 (V)$	$I_1 (mA)$	$I_2 (mA)$

نتیجه:

۲. مدار زیر را بر روی بردبرد مونتاژ کرده و جدول زیر را کامل کنید.



$I_1 (mA)$	$I_2 (mA)$	$I_1 + I_2 (mA)$	$I (mA)$	$V_1 (V)$	$V_2 (V)$

نتیجه:

.....

.....

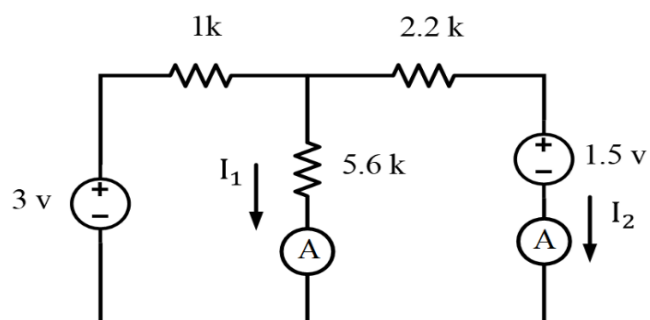
.....

.....



آزمایش شماره ۳: قانون جمع آثار

مدار شکل زیر را بر روی بردبورد مونتاژ کرده و جدول های زیر را کامل کنید.



	$I_1 \text{ (mA)}$	$I_2 \text{ (mA)}$
اثر هر دو منبع باهم		

	$I_1 \text{ (mA)}$	$I_2 \text{ (mA)}$
اثر منبع ۳ V		
اثر منبع ۱.۵ V		
مجموع		

نتیجه:

.....

.....

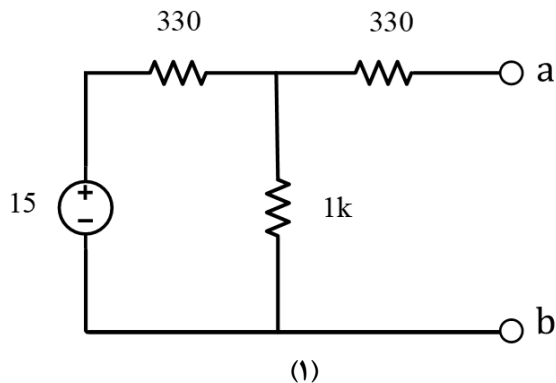
.....

.....



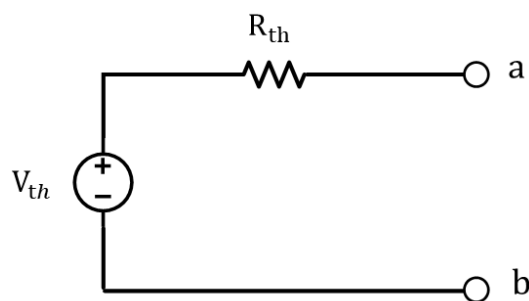
آزمایش شماره ۴: مدار معادل تونن

الف: مدار شکل زیر را بسته و جدول را کامل کنید.



$V_{ab} = V_{th} = V_{oc} (V)$	
$I_N = I_{sc} (mA)$	
$R_{ab} = R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}} (\Omega)$	

ب: با استفاده از مقادیر به دست آمده از قسمت الف مدار زیر را تشکیل داده و سپس جدول زیر را تکمیل کنید.



$V_{ab} = V_{th} = V_{oc} (V)$	
$I_N = I_{sc} (mA)$	
$R_{ab} = R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}} (\Omega)$	

پ: مدار قسمت الف را غیرفعال کنید و سپس با استفاده از مولتی متر راهی برای به دست آوردن مقاوت تونن پیشنهاد دهید و آن را به دست آورید.

نتیجه:

.....

.....

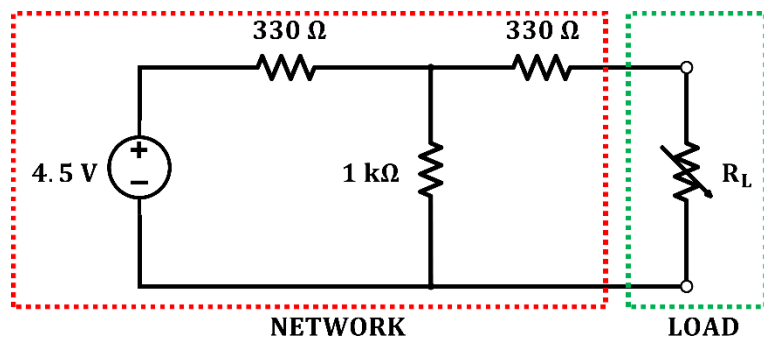
.....

.....



آزمایش شماره ۵: انتقال توان حداکثر به بار R_L

مداری مطابق شکل زیر بر روی بردبورد مونتاژ کنید و سپس جدول زیر را کامل کنید. سپس منحنی P_{LOAD} بر حسب R_L را در یک صفحه مختصات رسم کنید. در چه صورتی شبکه مداری (NETWORK) توان حداکثر را به بار (LOAD) تحویل می دهد؟



R_L (k Ω)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_{LOAD} (V)										
I_{LOAD} (mA)										
P_{LOAD} (mW)										

نتیجه:

.....

.....

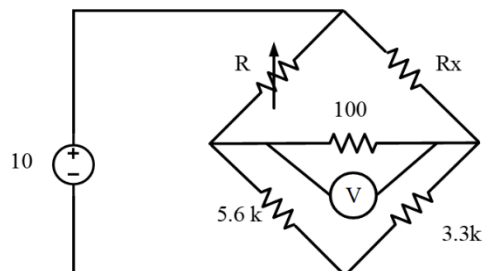
.....

.....



آزمایش شماره ۶: پل وتسون

در مدار زیر شرط تعادل زمانی برقرار است که ولتاژ دو سر مقاومت 100 اهم برابر صفر باشد. در این حالت رابطه $R \times 3.3k = R_x \times 5.6k$ در این مدار برقرار است. این مدار را بر روی بردبورد مونتاژ کنید.



الف: مقاومت R را مطابق جدول زیر تغییر داده و در هر مرحله مقدار جریان و ولتاژ دو سر مقاومت 100 اهم را یادداشت کنید.

ب: مقدار R ای را که به ازای آن پل متعادل می شود، مشخص کرده و سپس مقدار مقاومت مجهول R_x را به دست آورید. در این حالت، جریان و ولتاژ مقاومت R_x را اندازه بگیرید.

$R_x (k\Omega)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_{100} (V)$										
$I_{100} (mA)$										

نتیجه:

.....

.....

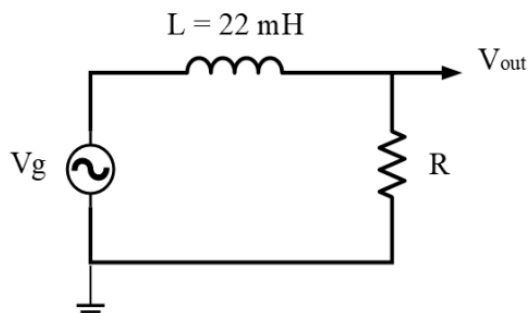
.....

.....



آزمایش شماره ۷: پاسخ زمانی مدارهای مرتبه اول

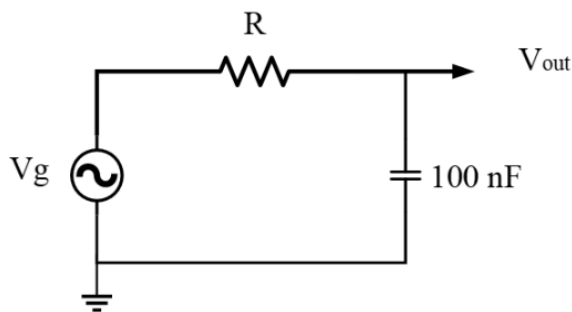
۱. مداری مطابق شکل زیر ببندید. ورودی مدار را یک موج مربعی با دامنه 4 V و فرکانس 1 kHz در نظر بگیرید. شکل موج دو سر مقاومت را به ازای مقاومت های 220Ω و $6.8\text{ k}\Omega$ ، بر روی اسیلوسکوپ مشاهده کرده و یک دوره تناوب آن را به دقت رسم کنید.



۲. در مدار رسم شده در بالا، شکل موج دو سر سلف را به ازای مقاومت های ذکر شده در قسمت ۱، بر روی اسیلوسکوپ مشاهده کرده و در یک دوره تناوب رسم کنید.

نتیجه:

۳. مداری مطابق شکل زیر ببندید. ورودی مدار را یک موج مربعی با دامنه 4 V و فرکانس 500 Hz در نظر بگیرید. شکل موج دو سر خازن را به ازای مقاومت های $1\text{ k}\Omega$ و $10\text{ k}\Omega$ بر روی اسیلوسکوپ مشاهده کرده و یک دوره تناوب آن را به دقت رسم کنید.



۴. در مدار بالا، شکل موج دو سر مقاومت را به ازای مقاومت های 330Ω و $1\text{ k}\Omega$ ، بر روی اسیلوسکوپ مشاهده کرده و یک دوره تناوب آن را به دقت رسم کنید.

نتیجه:

.....



آزمایش شماره ۸: آشنایی با دیود و منحنی ولت-آمپر آن

شرح آزمایش:

۱. با استفاده از مولتی متر دیجیتال پایه های دیود را تعیین کنید. در چه صورتی دیود سالم است؟

.....

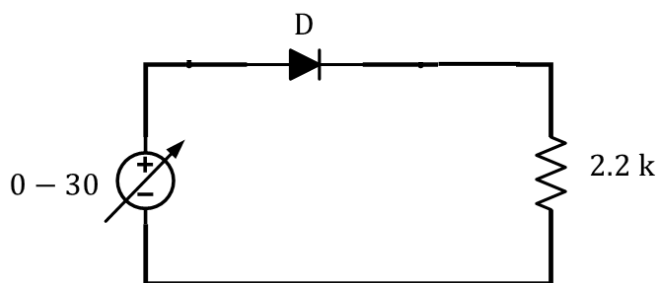
۲. از روی شکل ظاهری دیودها، چگونه می توان پایه های آن ها را تشخیص داد؟

* دیود معمولی:

* دیود LED :

دیود زنر:

۳. با استفاده از مدار زیر ابتدا جدول زیر را کامل کنید. دیود در چه بایاسی قرار دارد؟ برای بایاس دیگر دیود، جدول را دوباره کامل کنید و سپس منحنی ولت - آمپر دیود را به طور کامل رسم کنید و سپس ولتاژ آستانه هدایت دیود را تعیین کنید.



$V_s (V)$	0-30 V
$V_D (V)$	
$I_D (mA)$	

نتیجه:

.....

.....

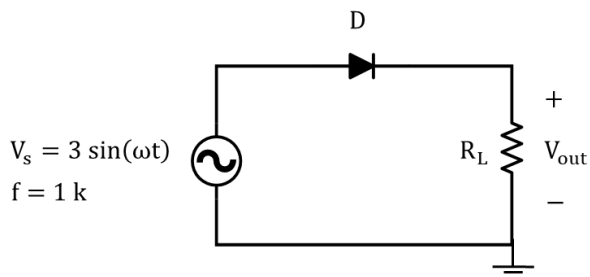
.....

.....



آزمایش شماره ۹: یکسوساز نیم موج (مبدل سیگنال AC به DC)

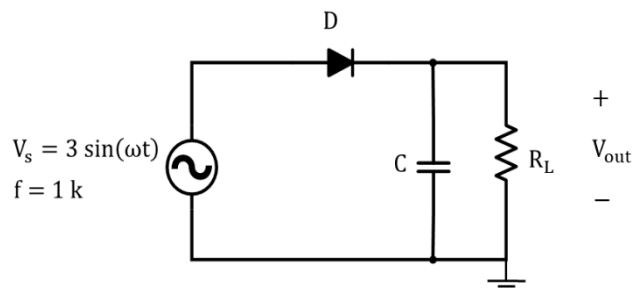
۱. مدار زیر را بر روی برپورد مونتاژ کرده و جدول مربوطه را با استفاده از اسیلوسکوپ و مولتی متر کامل کنید. سپس سیگنال های ورودی و خروجی را در یک صفحه مختصات و برای هر دو مقاومت رسم کنید.



	V_i		V_o		
	V_m	V_{rms}	V_m	V_{rms}	V_{dc}
$R_L = 1\text{ k}$					
$R_L = 10\text{ k}$					

نتیجه:

۲. مدار زیر را بر روی برپورد مونتاژ کرده و جدول مربوطه را با استفاده از اسیلوسکوپ و مولتی متر کامل کنید. سپس شکل موج های ورودی و خروجی را به ازای همه خازن ها در یک صفحه مختصات رسم کنید. ($R_L = 1\text{ k}\Omega$)



	V_o	
	V_{rms}	V_{dc}
$C = 1\text{ }\mu\text{F}$		
$C = 47\text{ }\mu\text{F}$		
$C = 100\text{ }\mu\text{F}$		

نتیجه:

.....

.....

.....

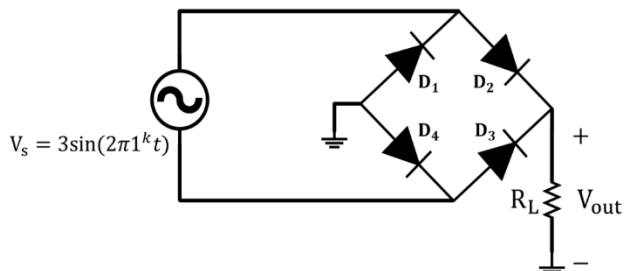
.....

.....



آزمایش شماره ۱۰: یکسوساز تمام موج پل (مبدل سیگنال AC به DC)

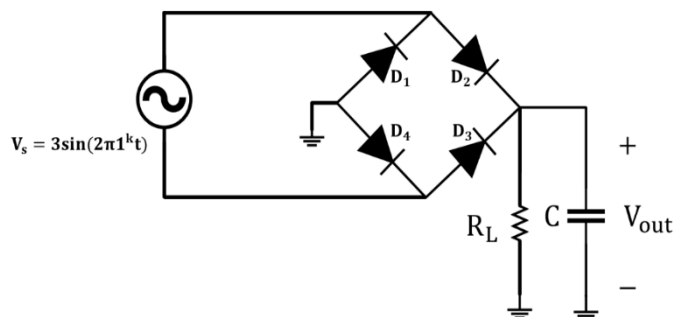
۱. مدار زیر را بر روی برپورد مونتاژ کرده و جدول مربوطه را با استفاده از اسیلوسکوپ و مولتی متر کامل کنید. سپس سیگنال های ورودی و خروجی را به ازای هر دو مقاومت بر روی یک صفحه مختصات رسم کنید.



	V_i		V_o		
	V_m	V_{rms}	V_m	V_{rms}	V_{dc}
$R_L = 1\text{ k}$					
$R_L = 10\text{ k}$					

نتیجه:

۲. مدار زیر را بر روی برپورد مونتاژ و جدول مربوطه را با استفاده از اسیلوسکوپ و مولتی متر کامل کنید. سپس سیگنال های ورودی و خروجی را به ازای هر دو خازن بر روی یک صفحه مختصات رسم کنید.



	V_o		
	V_m	V_{rms}	V_{dc}
$C = 1\text{ }\mu\text{F}$			
$C = 47\text{ }\mu\text{F}$			
$C = 100\text{ }\mu\text{F}$			

نتیجه:

.....

.....

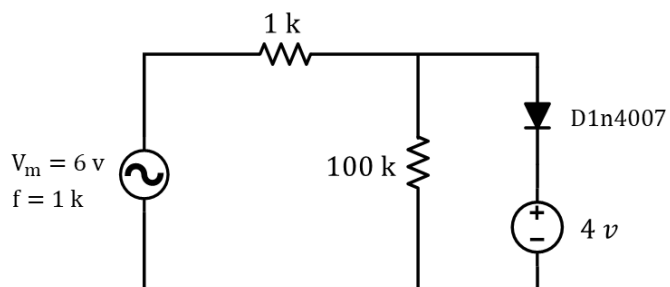
.....

.....

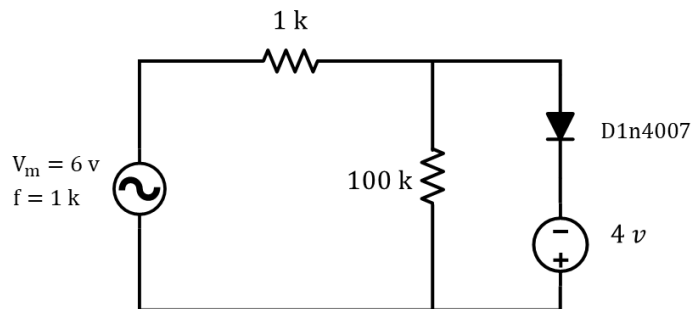


آزمایش شماره ۱۱: مدارهای برشگر

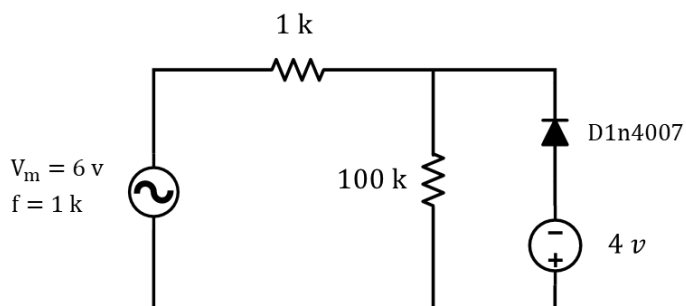
۱. مدارهای زیر را بر روی بردبورد مونتاژ کرده و شکل موج خروجی و ورودی را با استفاده از اسیلوسکوپ بر روی یک دستگاه مختصات رسم کنید. همچنین مشخصه انتقالی را برای هر یک از مدارهای زیر بر روی اسیلوسکوپ نشان دهید و در یک صفحه مختصات رسم کنید.



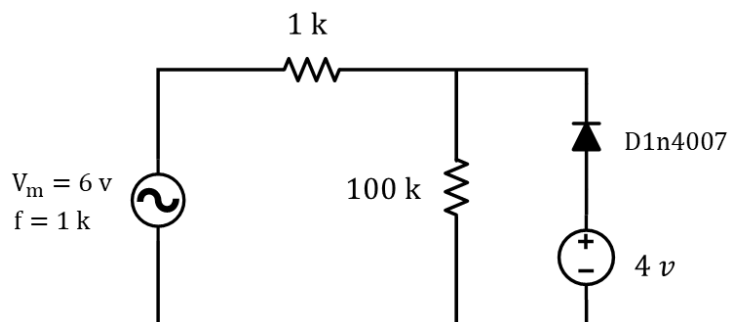
(الف)



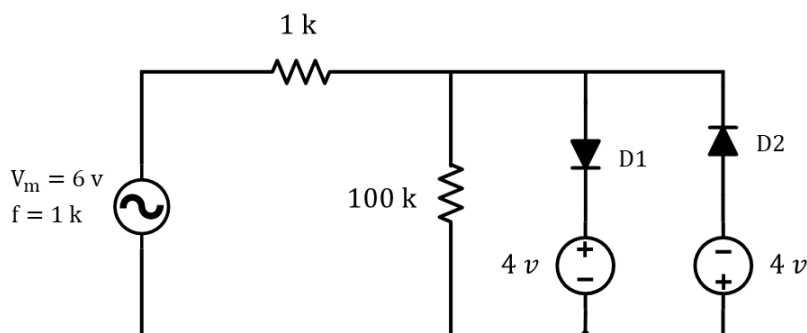
(ب)



(پ)



(ت)



(ث)

نتیجه:

.....

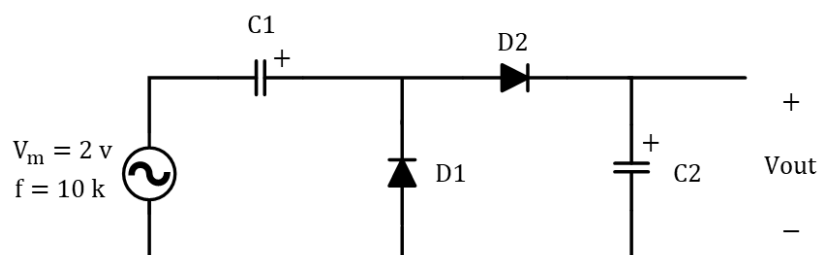
.....

.....



آزمایش شماره ۱۲: دو برابر کننده ولتاژ

۱. مدار زیر را بر روی بردبورد مونتاژ کرده و جدول زیر را کامل کنید.



R_L	$V_{c1} \text{ (DC)}$	$V_{c2} \text{ (DC)}$	$V_O \text{ (DC)}$	V_{om}
∞				
100 k				
22 k				
4.7 k				

۲. در مدار فوق دیود ها را برعکس و دوباره جدول مربوطه را کامل کنید.

R_L	$V_{c1} \text{ (DC)}$	$V_{c2} \text{ (DC)}$	$V_O \text{ (DC)}$	V_{om}
∞				
100 k				
22 k				
4.7 k				

نتیجه:

.....

.....

.....

.....

.....

.....



آزمایش شماره ۱۳: آشنایی با ترانزیستور و مدار هدایت آن

۱. با استفاده از مولتی متر پایه های ترانزیستور را تعیین کنید. در چه صورتی ترانزیستور سالم است؟

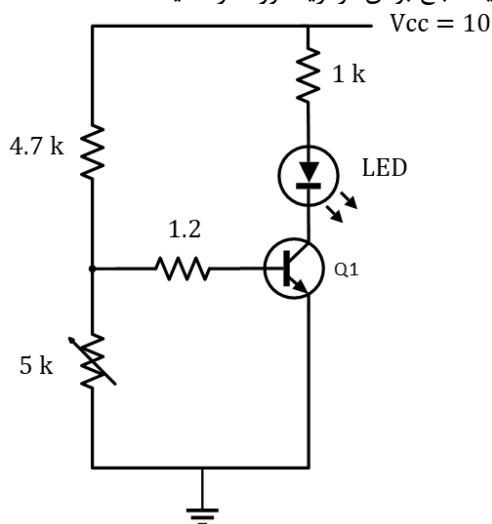
.....

۲. از روی شکل ظاهری پایه های ترانزیستور را تعیین کنید.

.....

۳. مدار هدایت ترانزیستور

مدار زیر را بر روی بردبورد مونتاژ کرده و با تکمیل جدول های زیر در مورد قطع و یا اشباع بودن ترانزیستور نظر دهید.



.....

با تنظیم پتانسیومتر، LED را خاموش کنید و جدول زیر را تکمیل کنید.

حالت ترانزیستور	I_C	V_{CB}	V_{CE}	V_{BE}

با تنظیم پتانسیومتر، LED را در حداکثر روشنایی خود قرارداده و سپس جدول را تکمیل کنید.

حالت ترانزیستور	I_C	V_{CB}	V_{CE}	V_{BE}

نتیجه:

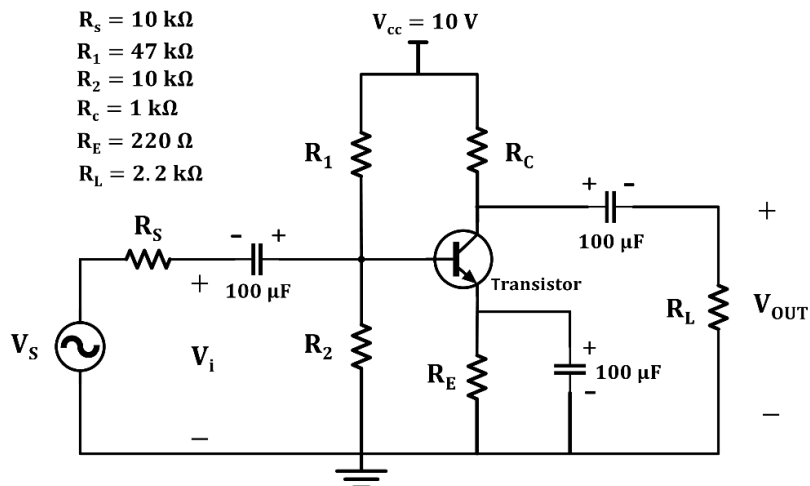
.....

.....



آزمایش شماره ۱۴: تقویت کننده امیتر-مستترک

مدار زیر را بر روی برد مونتاز کرده و جدول مربوطه را کامل کنید. شرایط منبع ورودی V_S باید به گونه ای باشد، که خروجی یک شکل موج سینوسی متقارن و بدون اعوجاج باشد (فرکانس منبع مقداری باشد که خروجی بیشترین دامنه خود را دارا باشد).



۱. نقطه کار ترانزیستور

I_C (mA)	
V_{CB} (V)	
V_{CE} (V)	
V_{BE} (V)	
حالت ترانزیستور	

۲. بهره ولتاژ، بهره جریان، مقاومت ورودی، مقاومت خروجی

V_o (NL)	V_o (FL)	V_s	V_i
A_{vs} (NL)		A_{vs} (FL)	
$A_{vs} = \frac{V_o(NL)}{V_s} =$		$A_{vs} = \frac{V_o(FL)}{V_s} =$	
I_o		I_i	A_i
$I_o = \frac{V_o(NL)}{R_c} =$		$I_i = \frac{V_s - V_i}{R_s} =$	$A_i = \frac{I_o}{I_i} =$
R_i		R_o	
$R_i = \frac{V_i}{I_i} =$		$R_o = \frac{V_o(NL) - V_o(FL)}{V_o(FL)} \times R_L =$	

نتیجه: